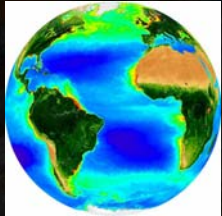


INFLUENCIA DEL CAMBIO DEL CLIMA SOBRE LA EXTRACCIÓN DE RECURSOS MARINOS Y LOS ECOSISTEMAS



Ricardo Anadón
Universidad de Oviedo

Cambio Climático en las Ciudades Costeras
Donostia - San Sebastián 10-11 de Mayo 2006

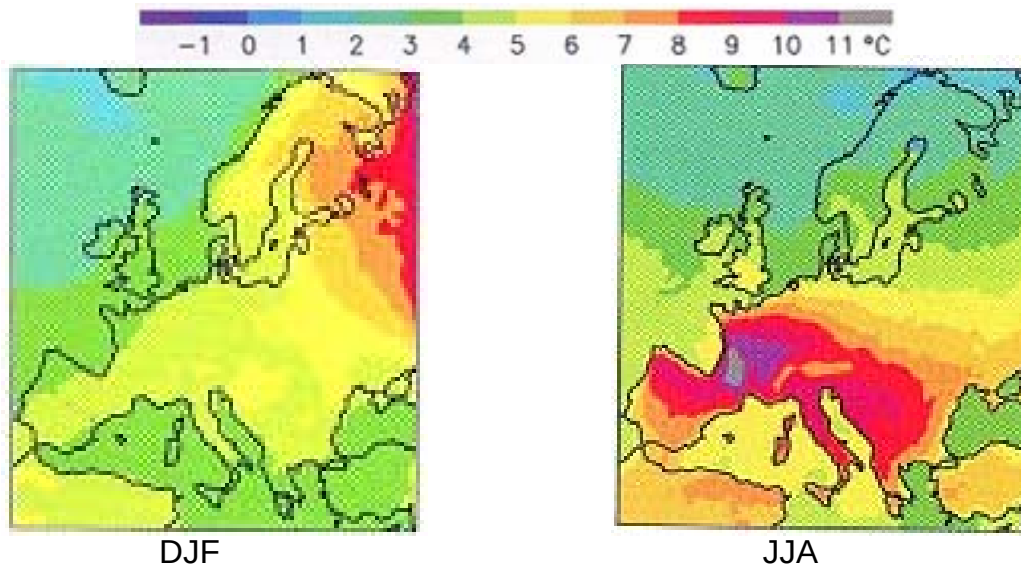
Cambio Climático en las Ciudades Costeras

Ideas que pretendo exponer, y espero que justificar

1. El cambio climático es una realidad, y está motivado principalmente por la actividad humana (premisa)
2. El océano, que forma parte del sistema climático, también los hace, pero responde de diferente manera
3. Los cambios, no sólo de temperatura, afectan a las especies y a los ecosistemas, y en el futuro son previsibles cambios más acentuados
4. Los cambios en las especies explotadas debidas a CC tienen efectos sinérgicos con la actividad extractiva
5. Todos estos cambios de las especies puede generar modificaciones en la actividad humana, a veces de manera rápida y difícilmente predecible
6. Entender mejor el funcionamiento de océanos y especies nos permitirá adaptarnos, aunque sea parcialmente, a los cambios

Pero a falta de un mejor conocimiento de lo que vendrá,
sería bueno **Mitigar** los cambios

Sabemos que el clima ha cambiado en los últimos 150 resultado de la actividad humana. Los modelos predicen cambios muy importantes para el presente siglo y los siglos futuros



**Cambio de temperatura predicha para el periodo 2070-2100 con el RCM SweClim
Calculado para el escenario B2 menos el control 1960-1990**

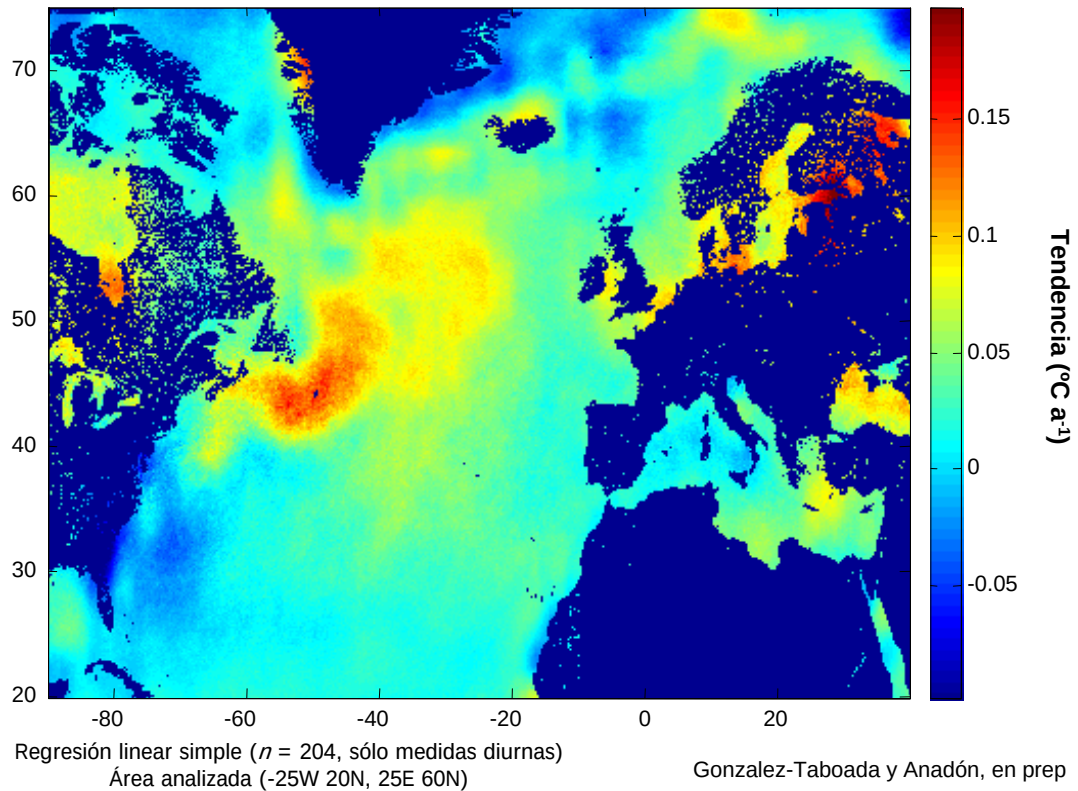
**El océano es parte del sistema climático mundial
Los cambios de clima se aprecian también en el océano**

Se detecta **un incremento de temperatura** significativo en aguas oceánicas y de plataforma del Cantábrico, y también en aguas costeras de Galicia. En el Mediterráneo español se ha observado **un calentamiento** de la temperatura superficial. Las tasas de incremento son elevadas, mas que lo predicho por los modelos Globales del Clima

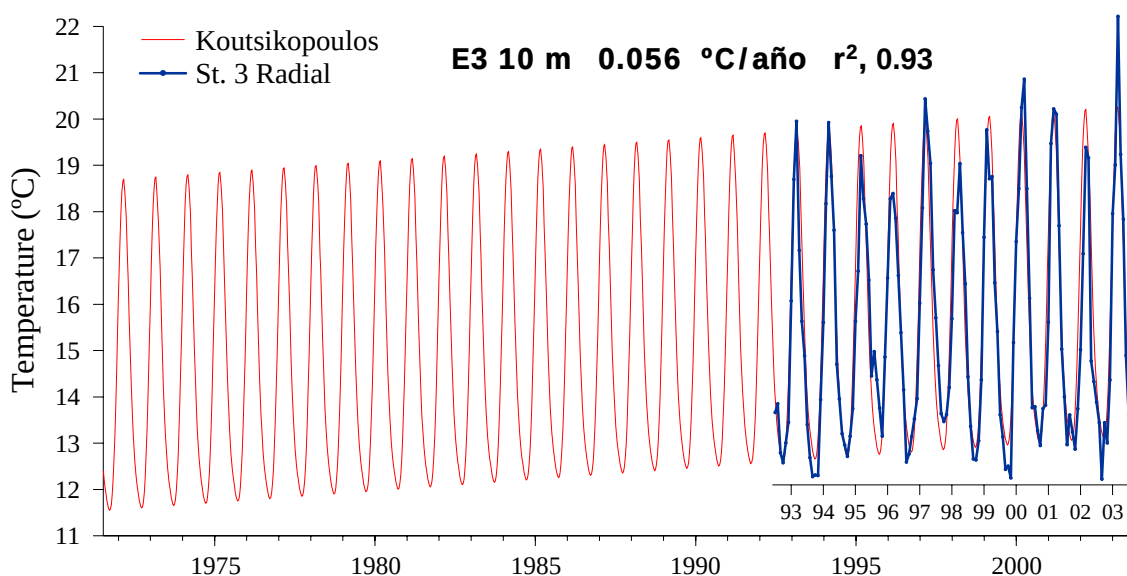
Las tasas de cambio de la SST presentan valores semejantes en todas las costas españolas, de las que existe información. Las aguas profundas también se han calentado

Lugar	Situación	Longitud de la serie (años)	Tasa de incremento (°C década)
Donostia	Puerto	56	-0.062
		11	0.001
Asturias	Océano	10	0.51
	Costa	10	0.21
La Coruña	Costa	13	0.53
Malaga	Costa y océano	10	0.2
Baleares	Costa	5	0.2
L'Éstartit	Plataforma	28	0.4

Esta subida ocurre de manera diferencial en partes del océano, y puede ser muy elevada. Datos de Temperatura superficial del mar calculada con datos del satélite AVHRR entre 1985 y 2004



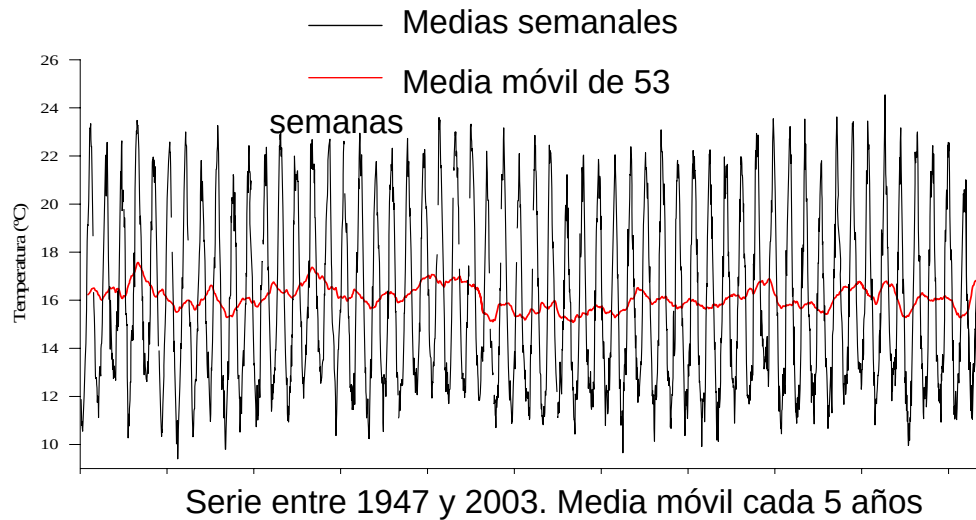
Nuestras estimas de las tasas de cambio cada vez adquieren mayor confianza. El acuerdo entre las predicciones de los modelos y de datos experimentales nos garantizan una predicciones razonable de los sucesos futuros



Serie de temperatura (ciclo estacional +tendencia) modelada a patir de Koutsikopoulos et al (1998), y valores experimentales en un estación frente a Cudillero (colaboración IEO - Univ. de Oviedo). Llope, Anadón et al (en prensa)

Sin embargo en la costa el incremento es menor. La variabilidad ambiental hace más difícil de detectar el cambio

Datos tomados por el Acuario de San Sebastián entre 1947 y 2003



El calentamiento del mar se acumula cerca de la superficie, aunque también se ha detectado a grandes profundidades

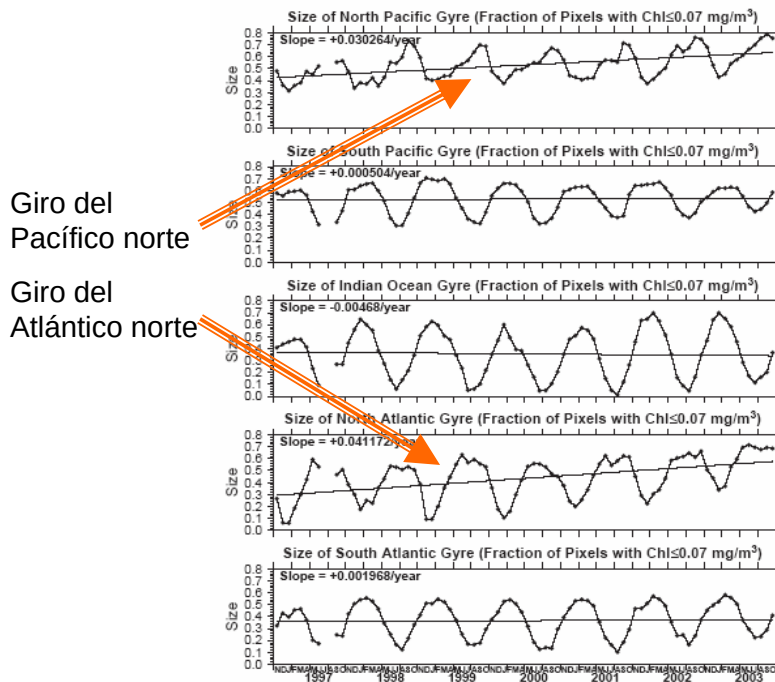
El incremento térmico en la capa superficial, incrementa las diferencias de densidad entre la superficie y el resto del océano. Este incremento de la **estratificación**, muy probablemente se traduzca en bastantes lugares en una menor **productividad marina**. En todo caso distinta

Cambios de densidad a diferentes profundidades en tres estaciones frente a Asturias.

DNS	Station 3				Station 2				Station 1			
	Seas		Slope		Seas		Slope		Seas		Slope	
	%	%	kg m ⁻³ y ⁻¹	p-value	%	%	kg m ⁻³ y ⁻¹	p-value	%	%	kg m ⁻³ y ⁻¹	p-value
10m	0.842	0.013	-0.022	0.006	0.807	0.006	-0.013	0.076	0.682	-	-0.006	0.478
20m	0.810	0.022	-0.024	0.002	0.662	-	-0.010	0.254	0.609	-	-0.008	0.308
30m	0.577	0.013	-0.014	0.098	0.499	-	-0.010	0.199	0.538	-	-0.006	0.432
40m	0.499	-	-0.006	0.408	0.386	-	-0.003	0.668	0.452	-	-0.007	0.341
50m	0.455	-	-0.006	0.303	0.363	-	-0.002	0.758	0.405	-	-0.004	0.564

Este efecto se ha notado en algunas grandes áreas oceánicas, como en los giros subtropicales del Atlántico y el Pacífico norte, en las que se observa un incremento de la superficie con valores bajos de clorofila (microalgas)

Afectará directamente a las aguas de Canarias y posiblemente extenderá su influencia hacia el norte en las próximas décadas



Serie temporal del tamaño de las áreas oligotróficas de las áreas subtropicales de los Océanos (límite elegido: clorofila superficial menor/igual a 0.07 mg m^{-3})

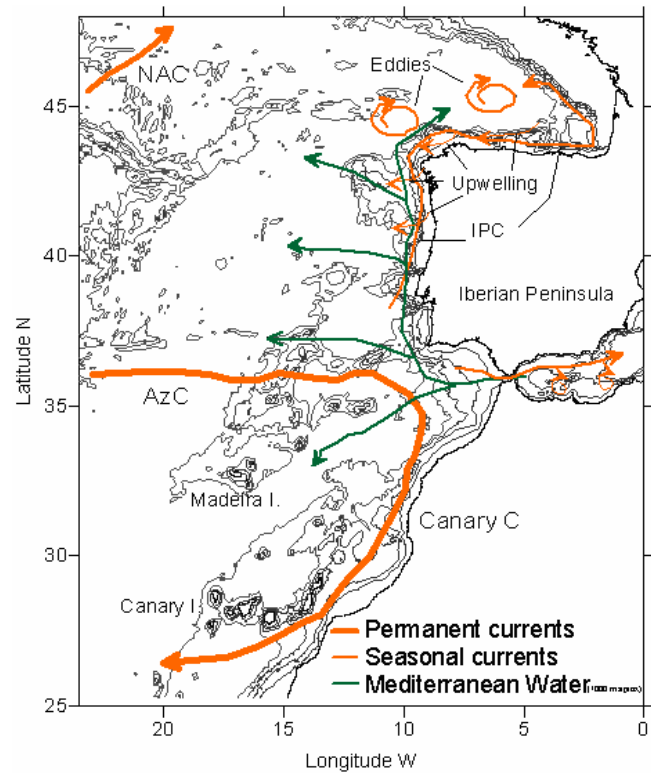
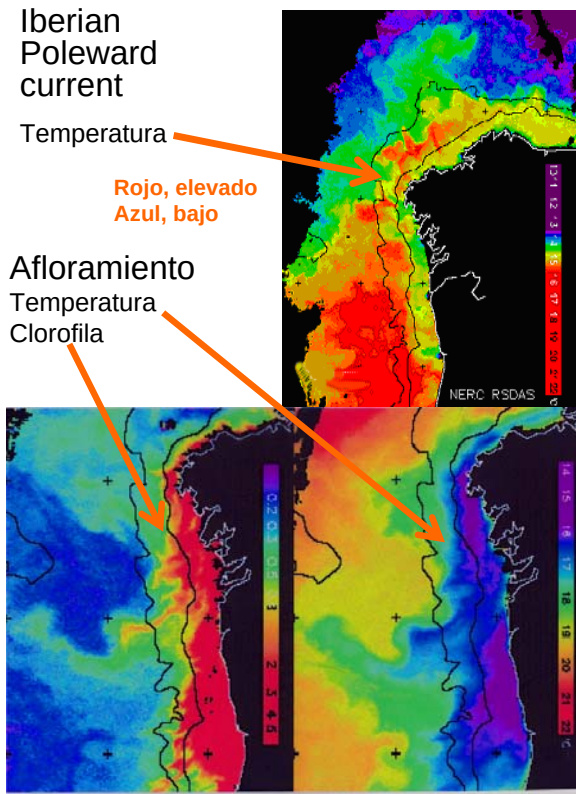
Datos del satélite SeaWiFS

McClain et al, DSR II. 2004

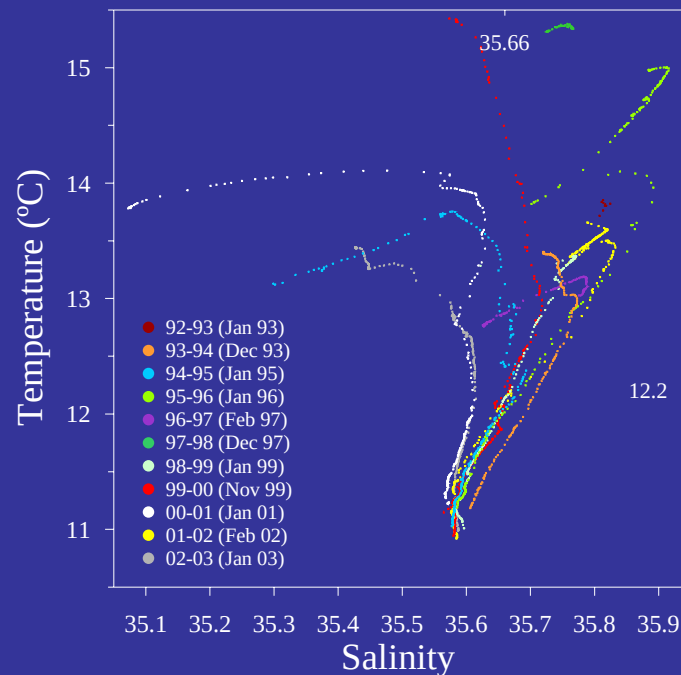
Además de cambios de temperatura y densidad, también cambiarán las corrientes oceánicas y costeras

1. Los cambios pueden ser en intensidad, en frecuencia y en su estacionalidad.
2. Se han detectado este tipo de cambios en las costas españolas
3. Necesitamos mantener nuestros sistemas de observación, e incluso mejorarlos, para poder predecir los cambios futuros
4. Los cambios pueden afectar a la supervivencia de los estadios larvarios de muchas especies marinas, algunas de ellas explotadas

Esquema de la circulación en el Atlántico Noreste templado, y vista satelital de la corriente Ibérica hacia el polo y el afloramiento



La intensidad y la recurrencia de las corrientes costeras se ha modificado en la última década



Iberian Poleward Current (IPC) con intensidad variable a lo largo de la serie temporal del IEO-Univ. Oviedo frente a Cudillero (Asturias)

Llope et al, en prensa

Cambios en estacionalidad del Afloramiento en la costa de Asturias en los últimos 30 años. Cambios de intensidad y de frecuencia

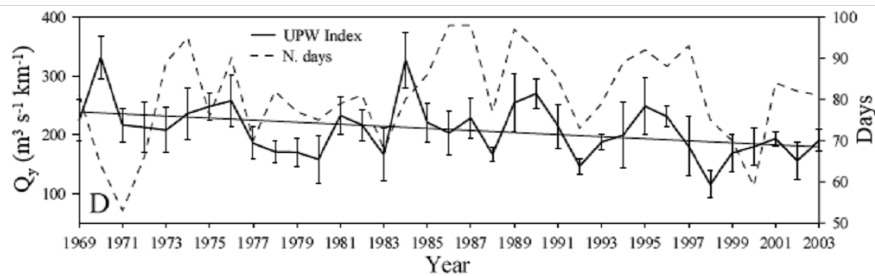
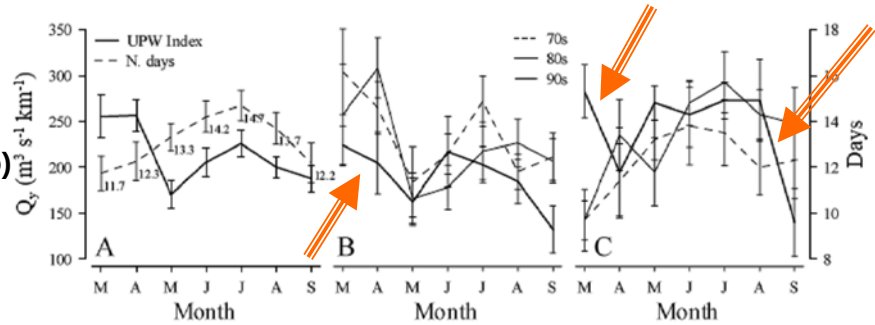
(A) Valor medio de la intensidad de afloramiento y número de días de valores positivos (frecuencia de afloramiento) por mes, desde Marzo-Septiembre (1969-2003).

(B) Intensidad de afloramiento por décadas: 70, 80 y 90.

(C) Número de días con afloramiento por década: 70, 80, 90.



Cambios en la década de los 90



Intensidad (Media y S.E.) y número de días con afloramiento por año promediando valores por año de Abril-Septiembre. La línea recta es el ajuste lineal para la intensidad

Llope, Anadón et al (en prensa)

¿CUALES SON – SERÍAN - LOS EFECTOS DEL CAMBIO ?

Cambio en la distribución de especies y ecosistemas

Cambio en su fenología y metabolismos

Cambios en cultivos y pesquerías

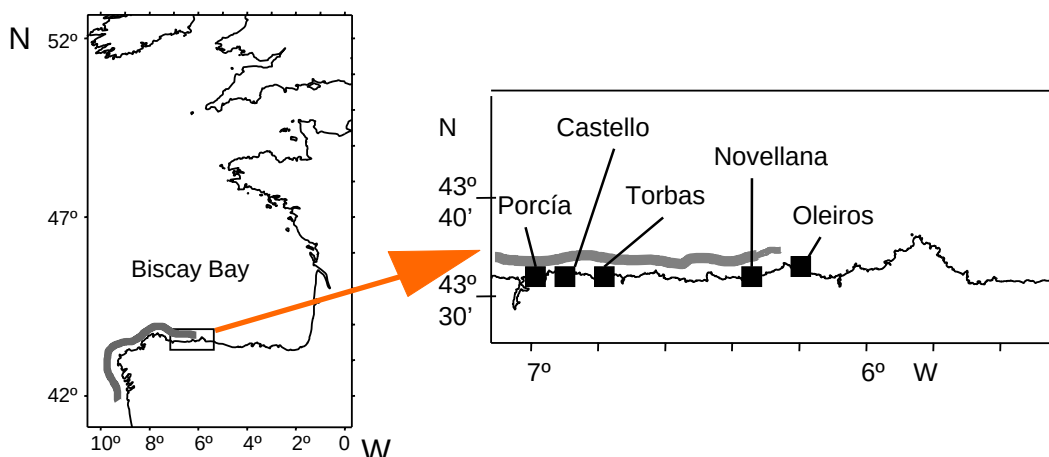
Incremento del nivel del mar

Incremento de daños relacionados con el Clima

Impacto del Cambio Ambiental sobre la distribución de las especies marinas

1. El incremento de temperatura desplazará las fronteras biogeográficas de especies hacia el norte
2. Aparición de especies de origen meridional
3. Desaparición de especies de origen septentrional
4. Interacciones entre las nuevas y las antiguas especies (relaciones biológicas) que generen cambios no dependientes directamente del cambio ambiental, p.e especies de peces anadromas (salmón, esturión) y catadromas (anguila)
5. Cambios en la distribución geográfica de especies costeras explotadas, o cambio en la abundancia
6. No todos los cambios serán negativos. Son posibles incrementos de algunas especies, aunque no exista un análisis de las tendencias que serían esperables de acuerdo a los modelos de cambio climático.

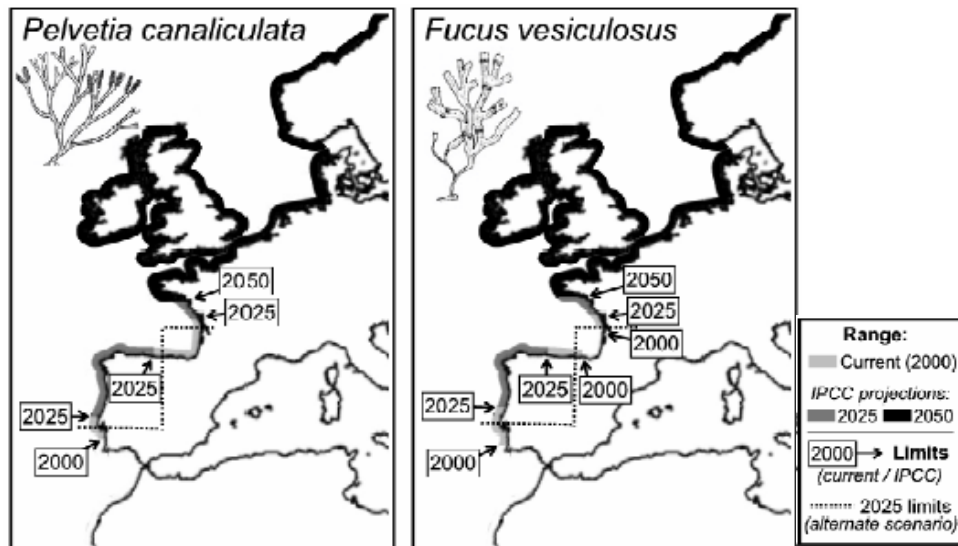
Muchas especies tienen su límite de distribución en las costas ibéricas debido a las condiciones ambientales. Estos límites se modificarán debido al calentamiento



Distribución en la Península Ibérica de *Fucus serratus*,
y detalle de su límite de distribución en el norte de
España

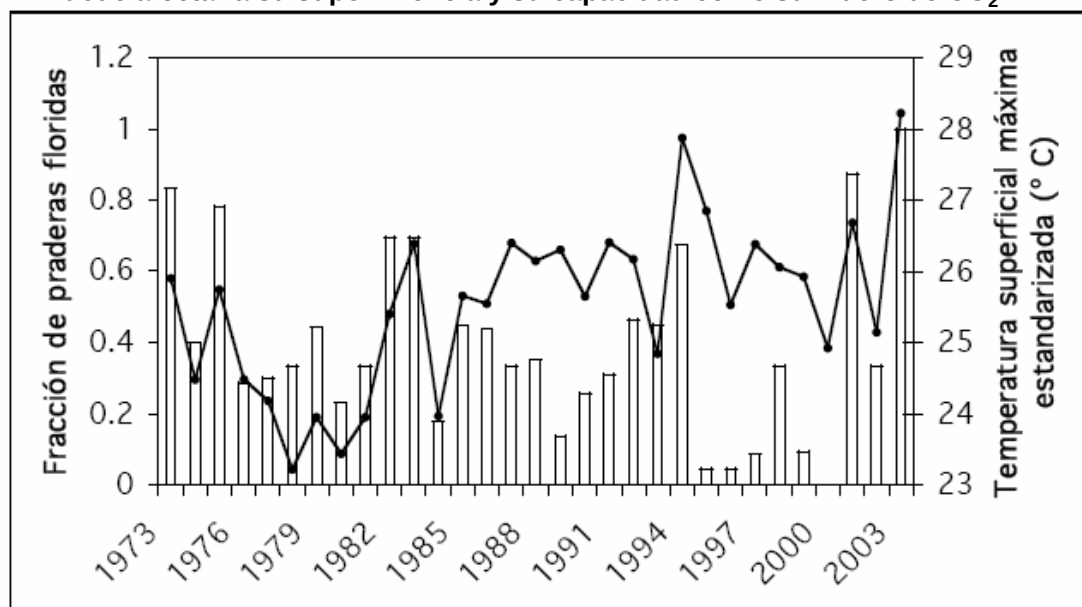
Existen evidencias que muestran efectos del cambio climático en las comunidades del litoral atlántico español, aunque con efectos asociados a la presencia de macroalgas invasoras como *Sargassum muticum* (Sánchez et al 2006)

Resulta complicado hacer previsiones sobre cambios en poblaciones y comunidades de la línea de costa, debido a la propia variabilidad del medio. (Alcock 2003) analiza el problema considerando los límites térmicos de las especies en la actualidad, y su proyección en los futuros escenarios térmicos, aunque se basa en GCM que pueden ser poco útiles



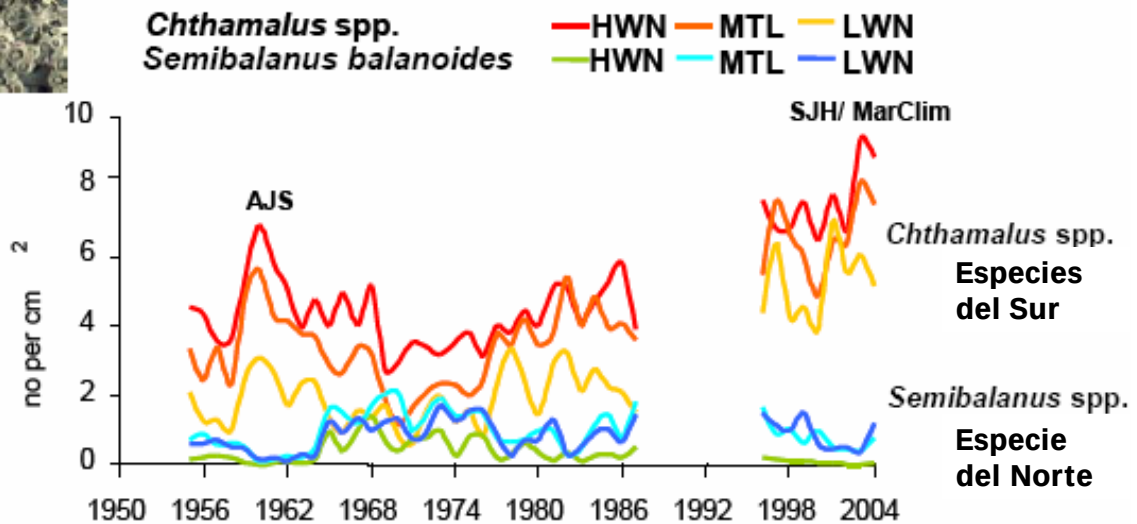
Alcock (2003)

Se han detectado recientemente dos episodios de aumento de la prevalencia de la floración en *Posidonia oceanica*, uno en 2001, tras un verano en el que se alcanzaron temperaturas del agua de mar por encima de lo normal, que no llegó a culminar en producción de semillas, y otro, de mucha mayor intensidad, en el año 2003, cuando se registraron las temperaturas máximas más elevadas en el agua superficial del Mar Mediterráneo. Este último episodio ha dado lugar a una producción y liberación masiva de frutos y semillas que están arraigando en el fondo marino en el verano de 2004. Puede afectar a su supervivencia y su capacidad como sumidero de CO₂



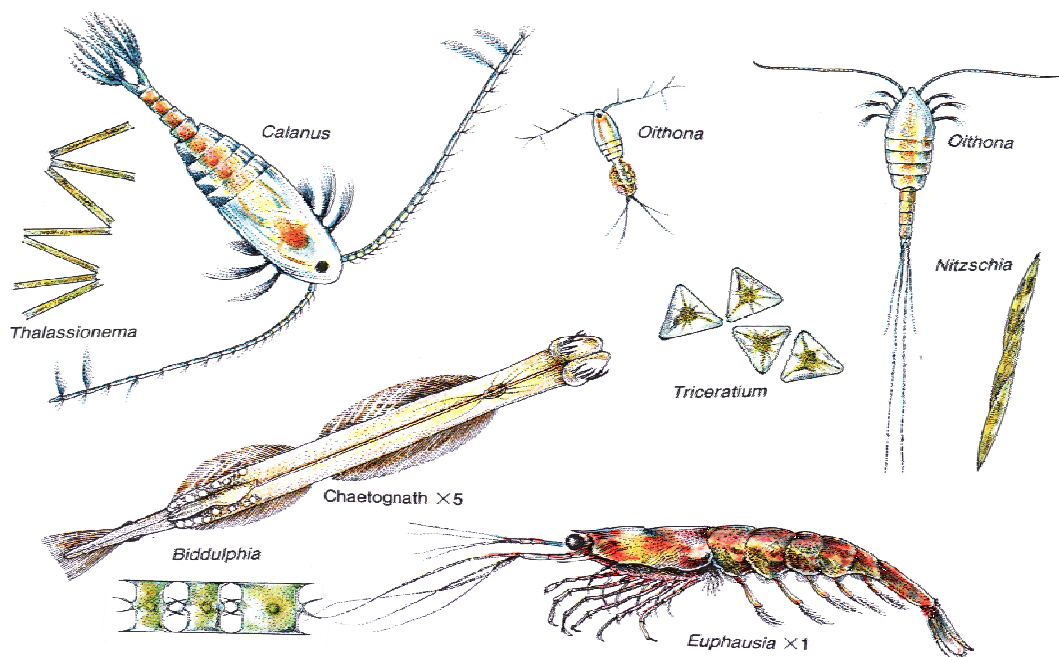
Duarte y Marbá (com per)

Los efectos se extenderán por todas las costas Europeas. En las áreas geográficas en las que existen registros ya se tienen confirmación. En la figura, crustáceos cirrípedos de distintas zonas de marea en la costa sur de Inglaterra

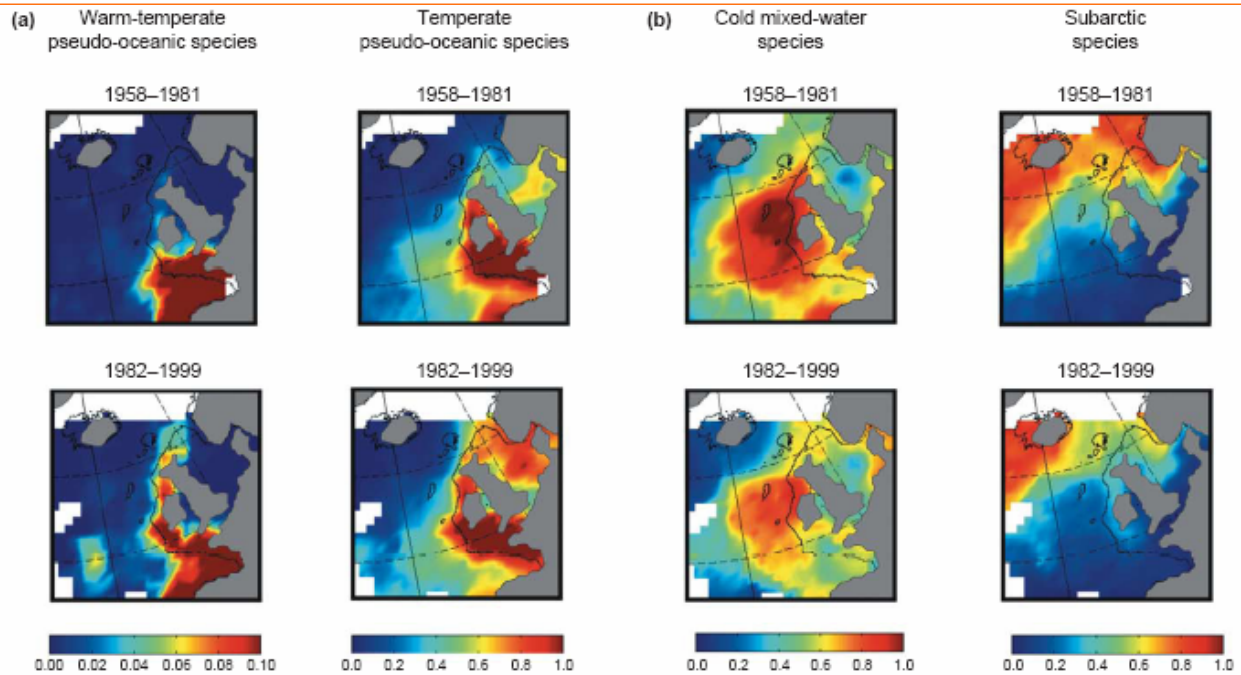


Datos de Plymouth, MBA

Los organismos planctónicos son una herramienta para conocer los cambios en las especies y ecosistemas asociados al Cambio Climático, aunque puede que no sólo al Cambio Climático



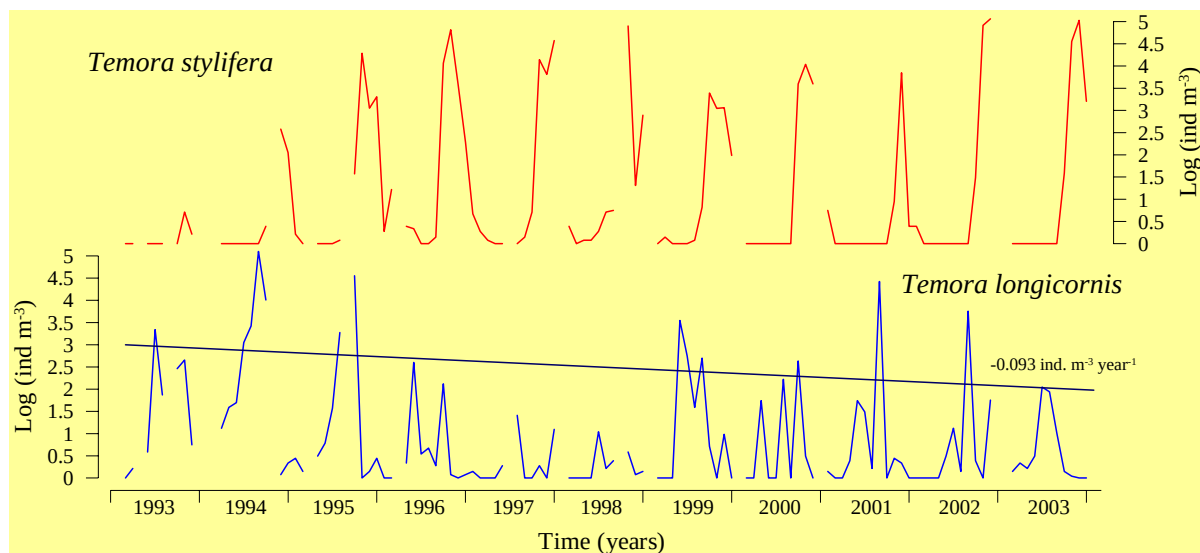
Desplazamiento hacia el norte de las comunidades de mesozooplankton en el Atlántico Noroeste El análisis de las asociaciones de copépodos calanoides revela **Un desplazamiento de 1000 km de las especies de aguas templadas en los últimos 40 años. Las especies de aguas frías han reducido su rango de distribución.**



Beaugrand et al, Nature 2001

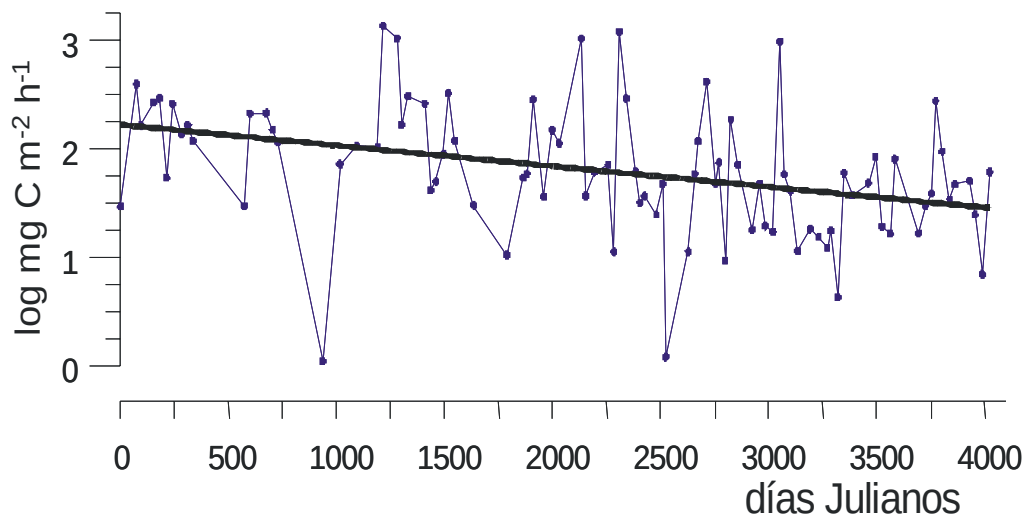
Los cambios de distribución o de abundancia se pueden producir de formas muy diferentes

En el Golfo de Vizcaya la especie de *Temora* de la especie cálida templada se ha incrementado muy rápido, mientras decrece lentamente la abundancia de la especie mas frecuente



(Llope et al. 2004)

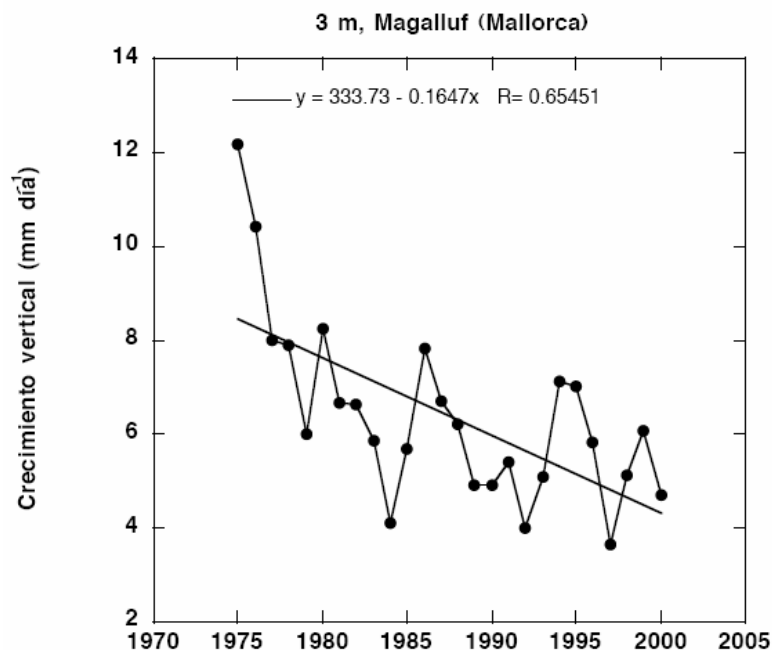
Los cambios también repercuten en la capacidad productiva de los productores primarios marinos, fitoplancton, macroalgas, o praderas de fanerógamas



Existe un descenso significativo en la producción primaria entre 1993 y 2003 en una estación de plataforma frente a Cudillero (Asturias)

(Llope et al, en prensa)

**También existen datos que demuestran un descenso significativo del crecimiento vertical en praderas de *Posidonia oceanica*.
Datos de una pradera somera (3 m) en Magalluf (Mallorca)**



Duarte y Marbá (com per)

La acidificación del océano: Un cambio problemático con poca trascendencia

La absorción por el océano de un tercio del CO_2 emitido por los humanos, reduce el incremento de este gas de efecto invernadero en la atmósfera, pero provoca una reducción de su pH.

Estos cambios producirán una subsaturación de los carbonatos, influyendo en la calcificación de muchos organismos marinos, corales, moluscos, microalgas y otros, con efectos no bien establecidos.

Pero más importante puede ser la disolución de los carbonatos acumulados en el sedimento, movilizándolos en el futuro, con implicaciones severas en el clima.

Su evolución se puede observar en las predicciones que se realizan para el siglo XXI

Profundidad del horizonte de saturación de aragonito ASH durante el presente siglo

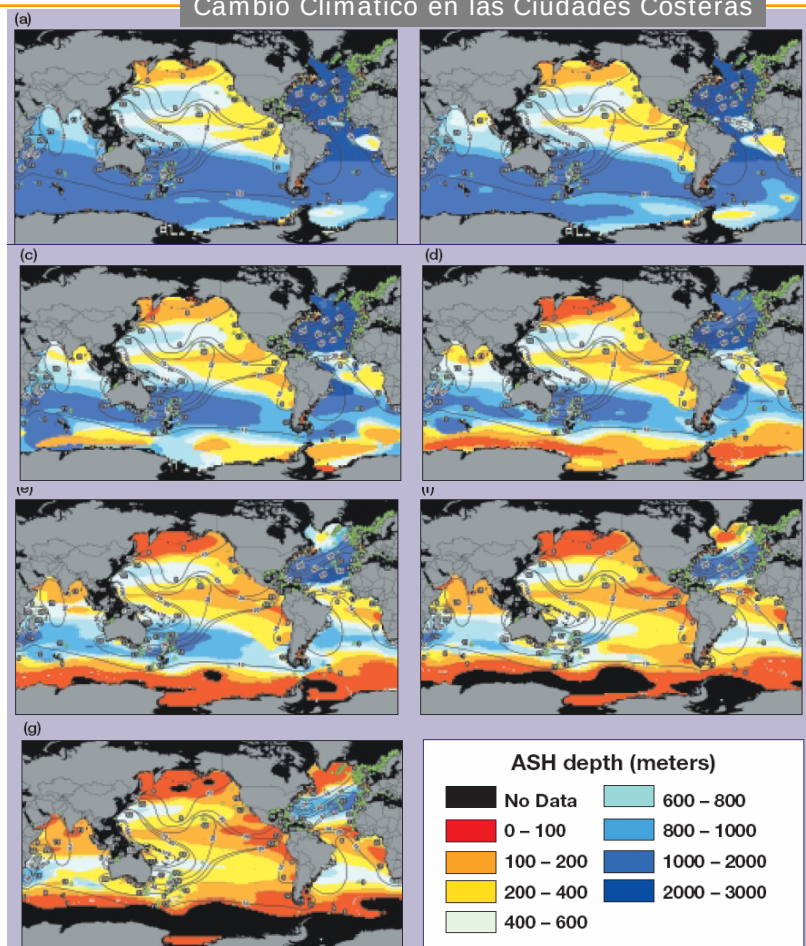
Las zonas negras que aparecen en el océano austral en las figuras e-g y en el Pacífico norte en g indican que ASH llegó a la superficie.

Profundidad proyectada de ASH en los años;

- 1765; $\text{pCO}_2 = 278$
- 1995; $\text{pCO}_2 = 365$
- 2020; $\text{pCO}_2 = 440$
- 2040; $\text{pCO}_2 = 513$
- 2060; $\text{pCO}_2 = 594$
- 2080; $\text{pCO}_2 = 684$
- 2099; $\text{pCO}_2 = 788$

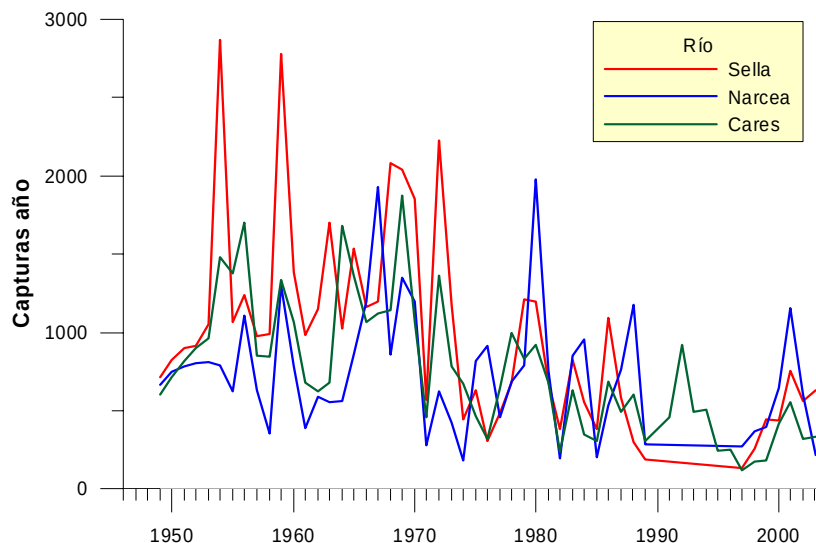
pCO_2 en ppm

Guinotte et al, 2006. *Front Ecol Environ*



Asociado a los cambios en las propiedades termohalinas en el océano, y a los cambios en otros procesos asociados, es esperable el cambio de distribución y abundancia de las especies anadromas

El descenso de capturas de salmón atlántico puede ser una señal de este procesos



*Capturas anuales de Salmón Atlántico (*Salmo salar*) en tres ríos del norte de España entre 1949 y 1989 (Fuente: Consejería de Medio Ambiente del Principado de Asturias)*

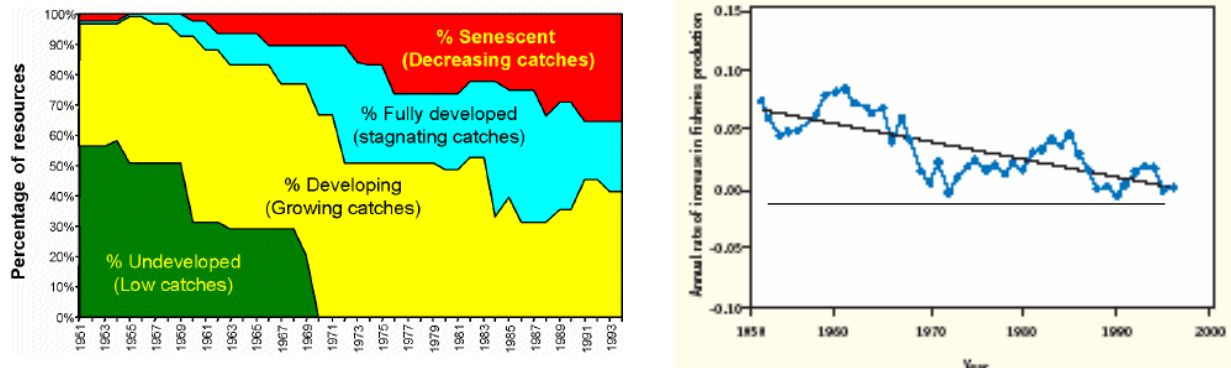
La detección de las influencias del cambio climático sobre las especies explotadas es más difícil de establecer.

Tres son las causas:

- La abundancia de estas especies está influenciada por la actividad extractiva humana. Si la actividad humana se incrementa en número o en capacidad tecnológica, las poblaciones pueden reducirse. Sería parte del cambio Global.
- Los Cambios Climáticos en el océano pueden afectar a la fase larvaria de estas especies, modificando el reclutamiento
- A los cambios en la abundancia de algunas especies provocada por las causas antes citadas, pueden alterar en las interacciones entre especies, con efectos difíciles de predecir.

A pesar de estas dificultades, cada vez detectamos mejor la influencia del Cambio Climático

El efecto de la explotación puede tener consecuencias importantes. El Cambio Global y el Cambio de Clima pueden interactuar con consecuencias desconocidas

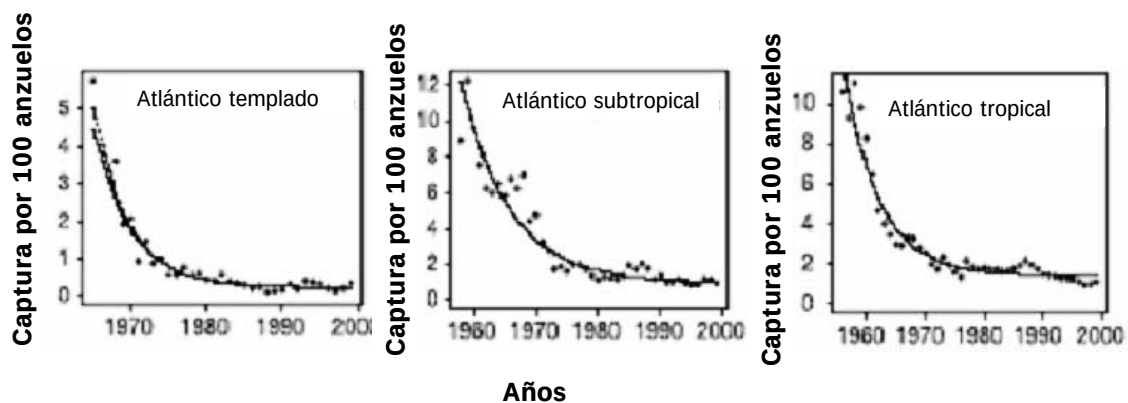


Las tendencias Globales en las pesquerías marinas muestran un incremento de la proporción de los stocks que están explotadas a su total capacidad o sobrepecadas. La gráfica izquierda muestra el porcentaje de pesquerías en sus estados de explotación; la gráfica de la derecha muestra la tasa de incremento anual en la producción pesquera mundial. *Adaptado de FAO (2000) The State of World Fisheries and Aquaculture, 142 pp.*

El efecto de la explotación sobre las poblaciones, y sobre las interacciones dependientes de la densidad de las poblaciones pueden ser importantes.

Los cambios más notorios se dan en las poblaciones de grandes depredadores

Estos cambios parecen ligados al Cambio Global. En este caso el CG se debe a explotación de recursos con mayor intensidad.



Impacto sobre las poblaciones de peces. Reclutamiento y Distribución

Premisas

1. La supervivencia larvaria se relaciona con cambios en las condiciones del medio en la época de puesta, determinada muchas veces por ciclos astronómicos
2. Las épocas de producción marina están ligadas a condiciones climáticas e hidrográficas.

Consecuencias

- El reclutamiento se puede ver afectado por cambios en la estacionalidad de procesos determinantes de la retención larvaria (corrientes, frentes). Formación de bancos (schooling) (GLOBEC, 2003).

Premisas

1. Se producirá un cambio en la distribución de temperatura
2. La velocidad del cambio puede acelerarse o retardarse de acuerdo al efecto que sobre las corrientes o la estacionalidad tengan los cambios en la atmósfera

Consecuencias

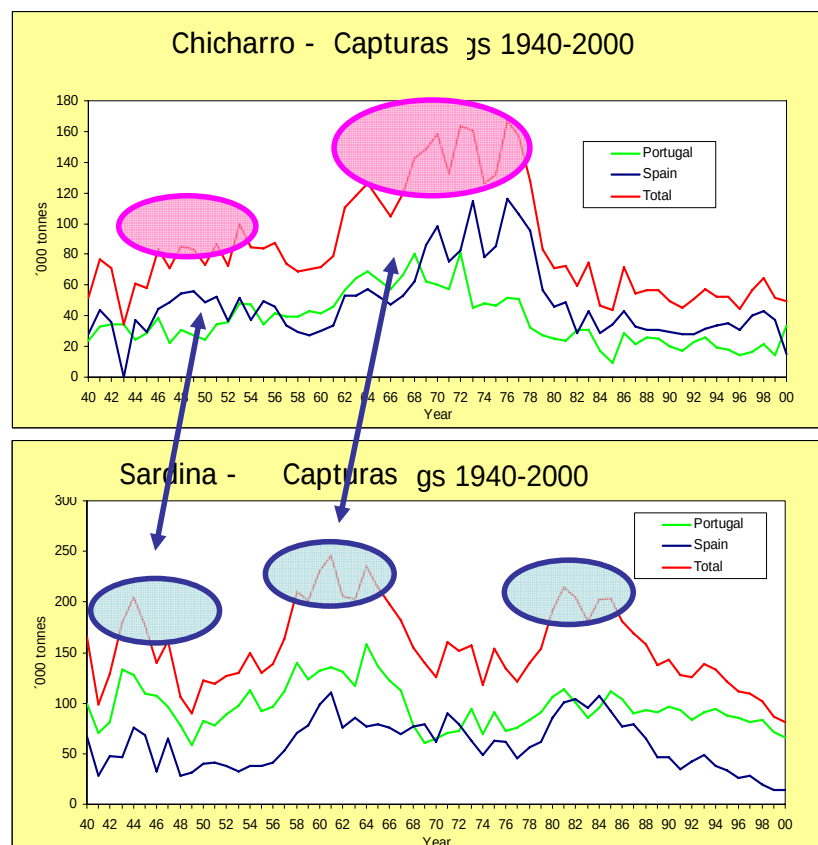
Es esperable el desplazamiento de los límites geográficos de muchas especies

- Son esperables cambios en la distribución de las especies asociados a cambios en las propiedades termohalinas
- Se pueden producir cambios de régimen de circulación (shift), a veces muy rápidos (Hare y Mantua, 2000; Chavez et al, 2003). Implican cambios importantes en la comunidad pelágica y en las poblaciones de peces
- Se podrán producir cambios en el límite de distribución de especies de peces anadromos. McCarthy y Houlihan (1997) sugieren que el resultado sería el desplazamiento hacia el norte de su distribución.

Algunas evidencias se refieren a cambios no observados previamente

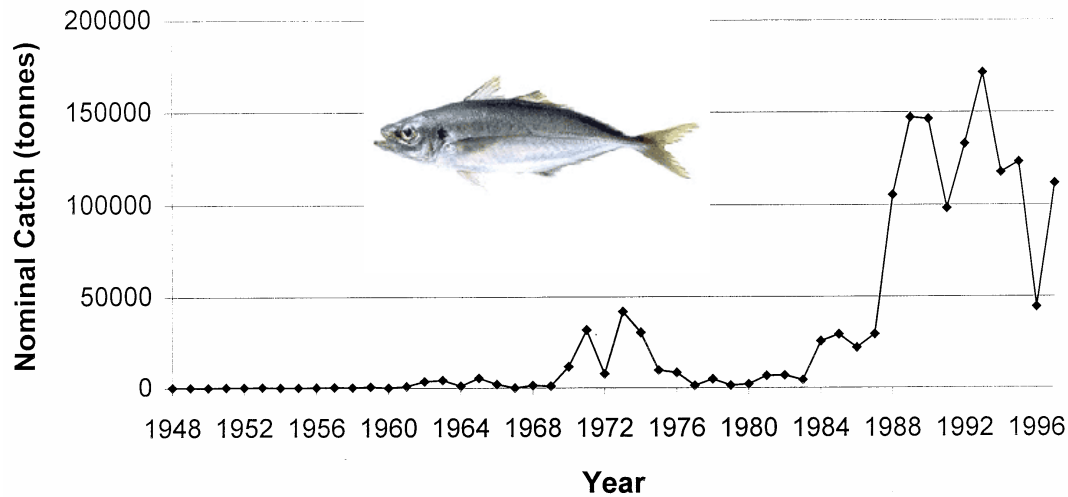
La alternancia de las poblaciones (capturas) de las capturas de especies pelágicas (chicharro, sardina) en el Atlántico de España y Portugal era la situación natural. En los últimos años se ha producido un desajuste, con desaparición de los cambios oscilatorios. Coincide con los incrementos de captura de jurel en la costa sur de Inglaterra. Desplazamientos de la especie motivados por el cambio de clima

De ICES, cortesía de Antonio Bode



La observación de los cambios en la extracción pesquera de algunos puertos avalaría la idea del cambio de distribución

Desplazamientos geográficos de las poblaciones pueden ocurrir, están ocurriendo, cambiando las pesquerías y otras actividades económicas

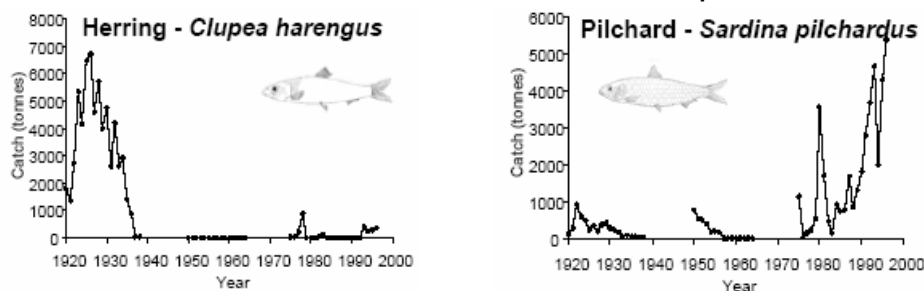


Desembarcos de chicharro en el Mar del Norte

Reid *et al.* 2001. Fisheries Research

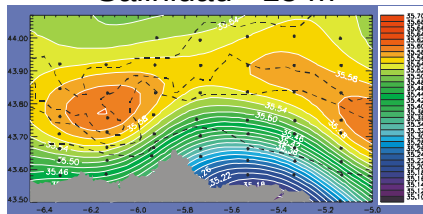
Otro ejemplo, distribución general dos especies explotadas de peces pelágicos

Cambios en los desembarcos en el puerto de Plymouth, reflejo de los cambios de distribución de las especies

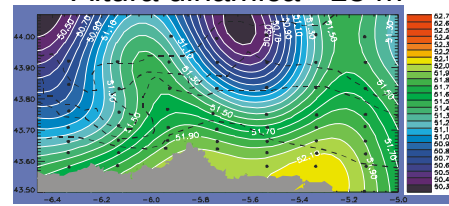


Interacciones entre cambios en estacionalidad de la IPC, las zonas de puesta, y la supervivencia larvaria pueden modificar el proceso de reclutamiento

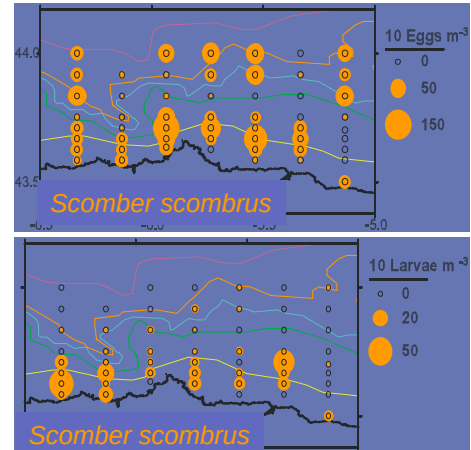
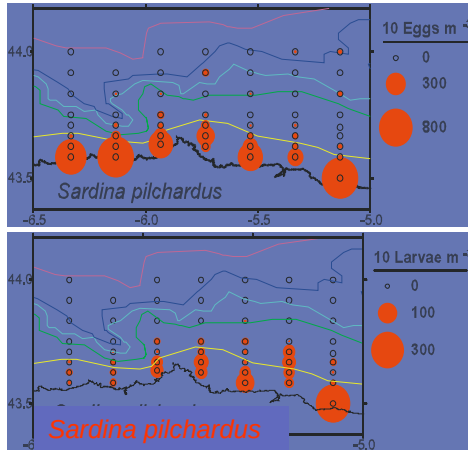
Salinidad - 15 m



Altura dinámica - 15 m



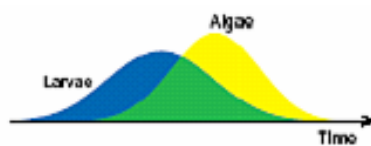
Distribución de huevos y larvas de sardina y verdel en Abril de 2002



González-Quirós et al., 2004

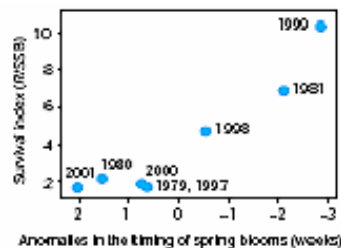
Desajuste entre ciclos atmosféricos y astronómicos.

Si los ciclos atmosféricos cambian por el cambio climático, es posible que las especies no puedan modificar sus ciclos reproductivos regulados astronómicamente. Se podrán producir desajustes entre depredadores y presas, como el mostrado para el caso de las larvas de bacalao en Terranova

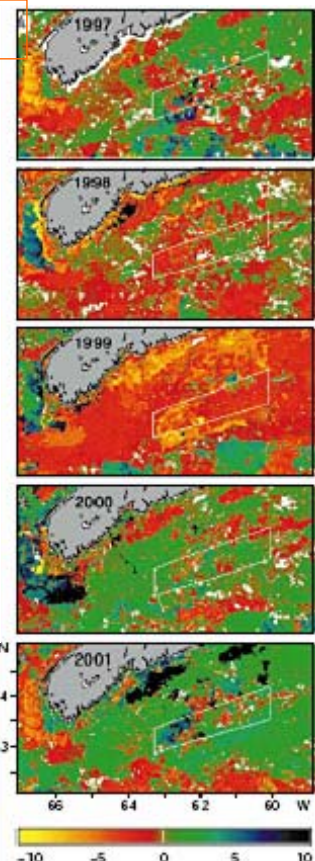


Modelo ilustrativo del proceso. En azul el número de larvas de bacalao. En amarillo la biomasa de microalgas. Si se adelanta la floración ambos se solapan la larvas crecen y sobreviven. Si se retrasa las larvas pueden morir de inanición

Mapas que muestran las desviaciones respecto a la media en la aparición de la floración de fitoplancton en distintos años (en semanas). Rojo, antes; Azul, después



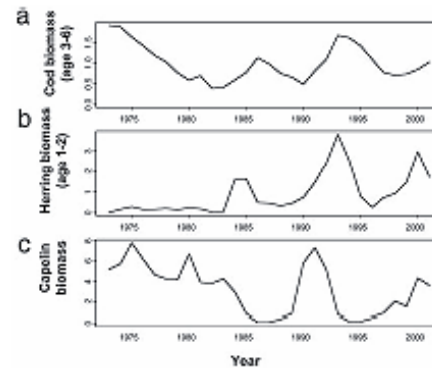
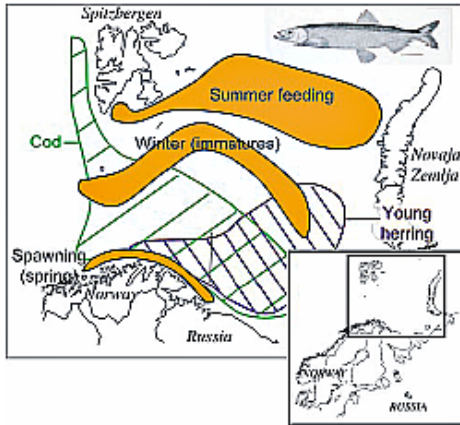
Relación entre reclutamiento y las desviaciones en las floraciones de fitoplancton



Platt et al (2003)

La interacción depredadora entre peces puede influir con las actividades extractivas, y con el cambio climático. Un buen ejemplo lo dan la dinámica del capelín, los arenques y el bacalao

El capelín (naranja) migra siguiendo las floraciones del plancton en el Mar de Barents. Los maduros migran a las costas norte de Noruega y Rusia para reproducirse entre Marzo y Julio. Se muestra la distribución de sus depredadores, arenques de 1 o 2 años, y bacalao

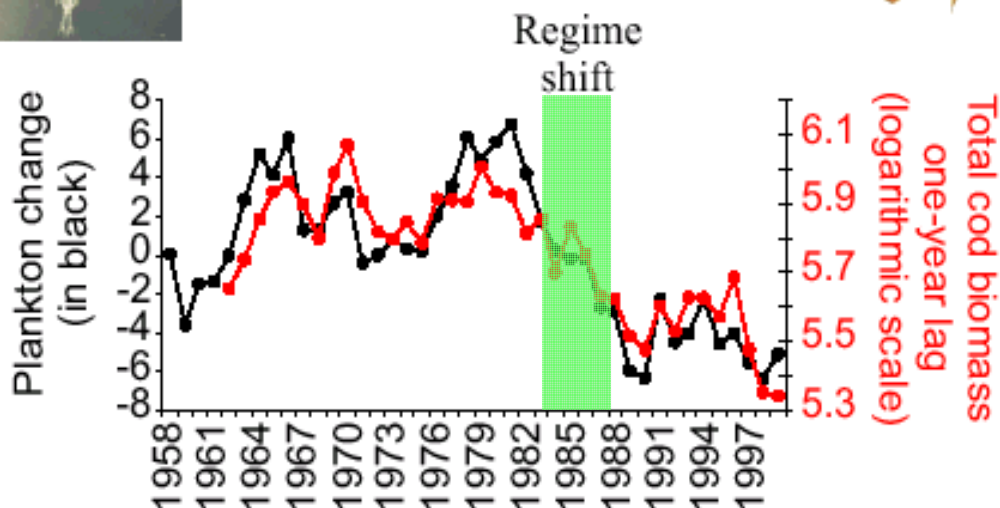


Dinámica del capelín y de sus depredadores (a–c). Los tres stocks de peces mayores en el Mar de Barents desde 1970 al 2001. Se muestra la biomasa de:

- (a) Bacalao de 3 a 6 años (edad de la máxima predación sobre el capelín)
- (b) Arenque de 1 a 2 años (depredadores de larvas de capelín)
- (c) Capelín

Los cambios en la composición del zooplancton, las presas de muchas larvas de peces, pueden afectar a su reclutamiento.

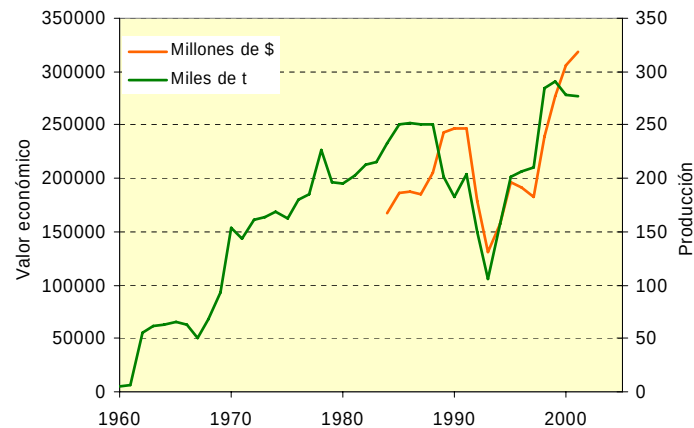
El caso del bacalao en el Mar del Norte. EL cambio más importante para el bacalao consistió en la reducción de su presa, el copépodo *Calanus finmarchicus* (en la foto)



La influencia de los cambios climáticos y oceánicos puede afectar a un sector en crecimiento, la acuicultura

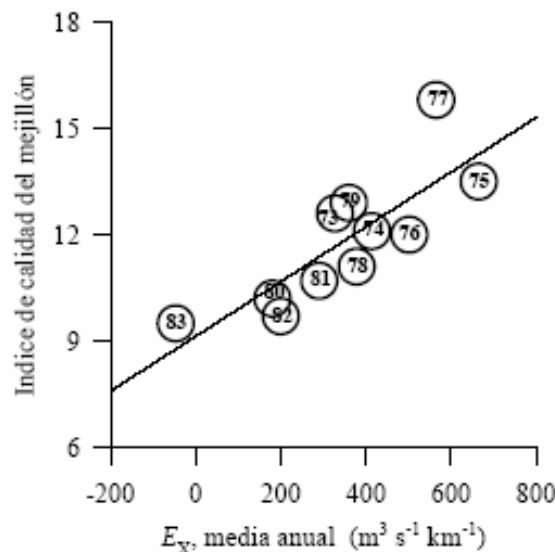
La producción extensiva puede verse afectada por cambios en: productividad marina, temperatura, patógenos

La producción intensiva se puede ver afectada por cambios en: temperatura, patógenos, desarrollo costero



Producción española de acuicultura marina y valor económico.
Fuente: estadística de la FAO

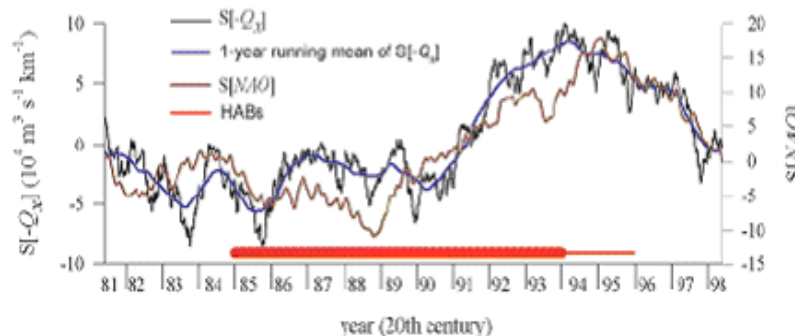
Los cambios detectados en la intensidad y recurrencia de los afloramientos puede afectar la producción extensiva de moluscos, la más importante en volumen de producción



Relación entre la intensidad del afloramiento medio de Abril a Septiembre y el índice de calidad del mejillón (% de carne respecto a peso total) entre 1973 y 1983. Blanton et al (1987).

El desarrollo de especies de microalgas tóxicas u otros patógenos de Cultivos Marinos, puede afectar a la economía de localidades costeras

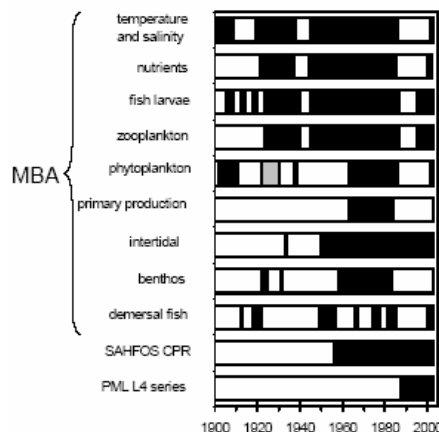
Posible relación a largo término entre la variabilidad climática y eventos PSP causados por *Gymnodinium catenatum* in las Rías Bajas gallegas (NW Iberian Península). $S[-Qx]$ y $S[NAO]$ son la suma acumulativa de la intensidad de afloramiento ($-Qx$) y la Oscilación del Atlántico Norte (NAO) desestacionalizadas en el periodo 1981-98. La línea roja indica años en los que se detectó *G. catenatum* asociada (línea gruesa) o en ausencia (línea fina) de toxinas PSP en marisco. Una tendencia positiva en $S[NAO]$ indica una transición a periodos favorables para el afloramiento. Una tendencia negativa en $S[NAO]$ indica una transición a periodos dominados por hundimientos. Incrementos importantes de PSP causados por *G. catenatum* fueron más frecuentes e intensos durante el periodo de transición (1980 a 1990) entre los periodos favorables al hundimiento y al afloramiento.



Figueiras y Reguera modificado a partir de Alvarez-Salgado et al en prensa)

Necesitamos series de datos obtenidos en tiempos prolongados, para conocer los cambios que están ocurriendo, y poder hacer predicciones más ajustadas

Las Series Temporales no tienen mucha duración, incluso en países con larga tradición científica como Gran Bretaña



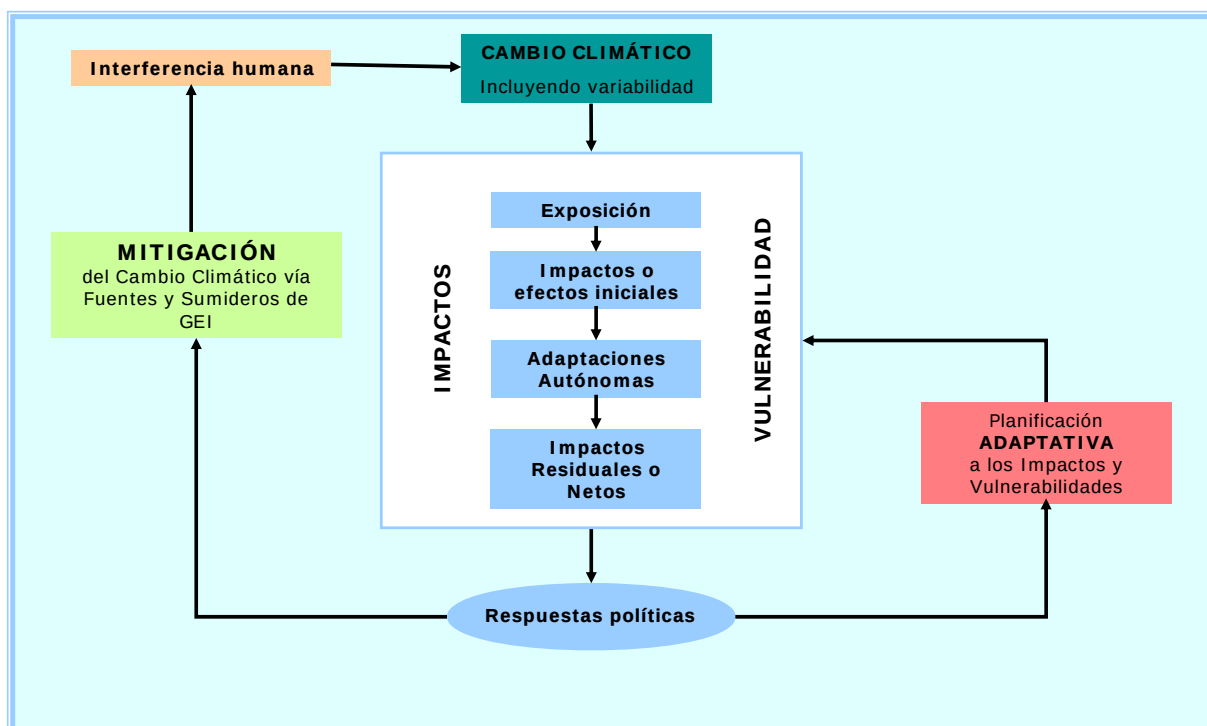
Las series de desembarcos en España no están bien analizadas

El Inst. Español de Oceanografía posee series de mareas desde 1960 y de condiciones físico – biológicas desde 1989. Se han comenzado en otras instituciones (AZTI). Pero se necesita más esfuerzo y continuidad de las series para permitir la adopción de estrategias adaptativas

¿PODEMOS HACER ALGO PARA REDUCIR LOS IMPACTOS ?

- Mitigar las causas del cambio
- Adaptarse para disminuir la vulnerabilidad
- Necesitamos predecir mejor los efectos del cambio
- Necesitamos planificar la actividad humana para minimizar los efectos del cambio
- Necesitamos establecer Áreas Marinas Protegidas complementarias de la explotación como estrategia adaptativa sostenible

Las posibilidades de respuesta humana necesitan de una cadena de conocimientos y acciones



Términos a los que nos tenemos que acostumbrar

Cada sistema tendrá su propia sensibilidad al cambio, y nosotros una capacidad de adaptación. Ambos definirán la vulnerabilidad del sistema y de nosotros mismos

Sensibilidad, Adaptabilidad, Vulnerabilidad

Sensibilidad:

Grado en el que un sistema responderá a los cambios en las condiciones climáticas. Por ejemplo, extensión de los cambios en la composición de los ecosistemas, su estructura y su función

Adaptabilidad:

Grado en el que son posibles ajustes en las prácticas, procesos y estructuras de los sistemas ante los cambios actuales o proyectados del clima. La adaptación puede ser espontánea o planificada, y se puede producir como respuesta o anticipadamente a los cambios

Vulnerabilidad:

Extensión de los daños que el cambio de clima puede producir en un sistema. Depende de la sensibilidad de cada sistema y la habilidad para adaptarse a las nuevas condiciones climáticas

Resumen y conclusiones: Los cambios

- Existen evidencias de Cambio Climático, y de que una parte importante del cambio está generado por la actividad humana, emisiones de Gases de Efecto Invernadero, y modificación del uso del terreno.
- El océano forma parte del sistema climático terrestre. El cambio climático del océano se traduce en cambios primarios en temperatura y en salinidad. Secundariamente se están modificando la estratificación, y la circulación costera y oceánica
- Se está acidificando el océano. Esta modificación está provocando cambios en la calcificación de los organismos (microalgas, corales, moluscos, y otros organismos con esqueletos carbonatados), y puede suponer la disolución de los sedimentos carbonatados actuales, removilizándolos, al elevarse el horizonte de saturación de los carbonatos.
- Se está produciendo un cambio en la distribución de especies marinas, con desplazamientos constatados hacia el norte. Entre ellas se encuentran especies explotadas de peces y cefalópodos
- Se están produciendo cambios en la productividad marina, con influencia en las cadenas tróficas (pesca y cultivos marinos), y el mantenimiento de algunos ecosistemas. Pero es esperable que se modifiquen los ecosistemas.
- Se está modificando la abundancia de algunas especies explotadas. Este cambio se debe a cambios en la actividad extractiva, pero también a cambios asociados al Cambio Climático:
 - Por desplazamiento de las poblaciones objetivo
 - Por cambios en la circulación costera que modifica la supervivencia de larvas
 - Por cambios en la estacionalidad de la producción que se desfasa respecto a la puesta de algunas especies
 - Por cambios en la comunidad de presas, y por cambios en las interacciones entre las especies que constituyen el ecosistema en el que estas especies se desarrolla
- Se están produciendo cambios en la abundancia de los patógenos y las especies tóxicas, lo que puede alterar los propios cultivos. Como lo puede hacer la capacidad de carga de los cultivos, debido al descenso de la productividad

Resumen y conclusiones Mitigación y Adaptación (1)

1. Mitigar los cambios debe implicar la **reducción** de las emisiones. Minimizar los gastos, eliminar gastos superfluos, cambiar la tecnología, son alternativas posibles y necesarias.
2. Debemos considerar la **mitigación** como un proceso que debe implicar a todos los humanos, con responsabilidad
3. La **adaptación** continuada puede **reducir los impactos** que el cambio produce y producirá de una manera acelerada
4. La mejora del **conocimiento** sobre como se están produciendo los procesos es imprescindible para tomar las mejoras soluciones **adaptativas**.
5. Necesitamos **nuevas plataformas de evaluación** del estado del medio y de sus cambios.
6. Necesitamos **nuevas ideas** para **predecir** con más ajuste los efectos del cambio.
7. El análisis de las **interacciones entre especies**, y su respuesta al cambio climático, pueden tener especial relevancia en la explotación sostenible de recursos marinos
8. Debemos **ajustar** nuestros **niveles de explotación** a la capacidad de recuperación de las especies, que responde a la actividad extractiva o a los cambios en la densidad de otras especies explotadas o a sus recursos
9. Establecer **Áreas Marinas Protegidas** acopladas al sistema de explotación puede permitir el uso sostenible de muchas especies y ecosistemas. Considerar el **binomio explotación –conservación** como una unidad puede ser una de las mejores herramientas para la adaptación a los cambios previsibles
10. Un análisis de la **huella** de nuestra actividad **extractiva** en las costas españolas, europeas o de terceros países en el marco de los cambios predecibles, permitirá **ajustar la actividad** en una actividad cada vez más competitiva
11. Establecer la **capacidad de sostén** actual y futura de los ecosistemas de los cultivos marinos extensivos, permitirá una gestión sostenible, y adaptarse a los cambios. Debe evaluarse el efecto sobre los ecosistemas

Resumen y conclusiones Mitigación y Adaptación (2)

12. Considerar en el marco de nuestra actividad la **externalización** de la actividad de cultivo a otras costas; se consideraría nuestra **huella** de una manera realista y global
13. Aunque el número de ecosistemas estudiados desde un punto de vista funcional en las costas españolas sea escaso, la reducción de la presión sobre las especies clave de los ecosistemas parece la mejor decisión **adaptativa**.

A MODO DE SÍNTESIS

A pesar de las **incertidumbres** que todavía existen en la actualidad sobre la rapidez con la que se producirá el cambio climático, tanto en la atmósfera como en el océano, no hay dudas de que este **se está produciendo de una manera cada vez más acelerada**.

Tampoco existen muchas dudas de que se producirán cambios en la distribución y abundancia de muchas especies marinas, muchas de ellas explotadas, y en los ecosistemas en los que viven y de las que dependen.

Las **actividades humanas** asociadas a estas especies **se verán afectadas, no siempre de manera negativa en todos los lugares**, aunque desconozcamos en la actualidad la magnitud de los cambios que ocurrirán

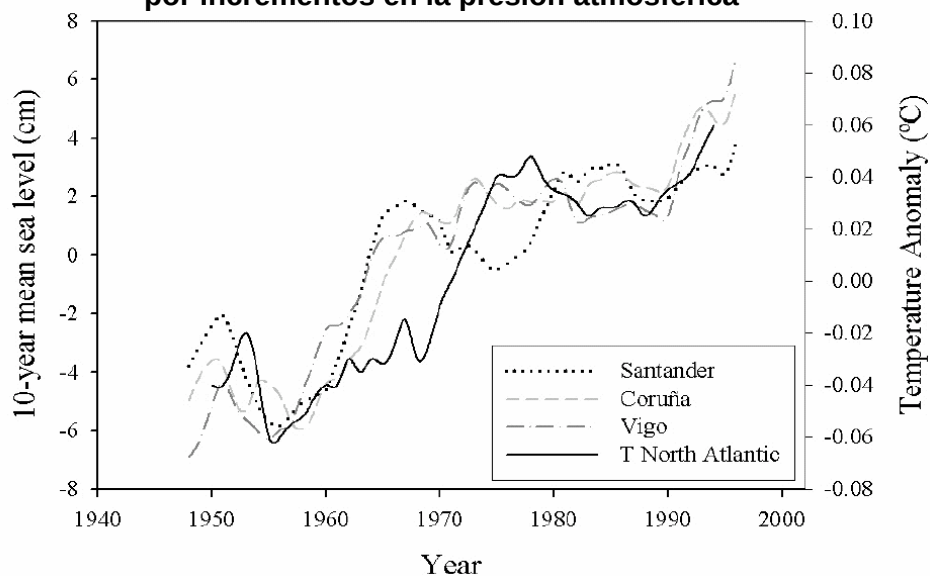
Pero **mitigar** los cambios y **minimizar los daños** futuros tomando decisiones que representen una **adaptación continuada**, es la **mejor estrategia**

Existen otros problemas importantes
asociados al Cambio Climático

Entre estos problemas destaca la subida del
nivel del mar

El Nivel del Mar está elevándose

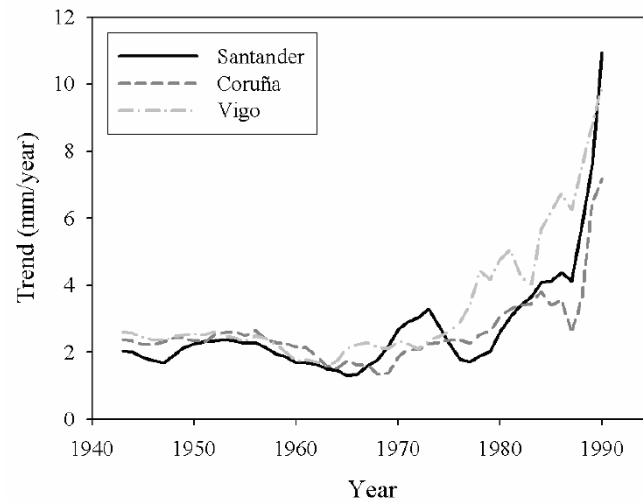
La elevación es muy importante en la costa norte y oeste de la Península, pero no es significativa por el momento en el Mediterráneo. La elevación se compensa por incrementos en la presión atmosférica



Media móvil decadal del nivel del mar registrado en tres estaciones del IEO (líneas discontinuas) y temperatura media en el Atlántico norte, calculada por Levitus et al. (2000) (línea sólida).

Marcos et al 2005 a partir de mareógrafos del IEO

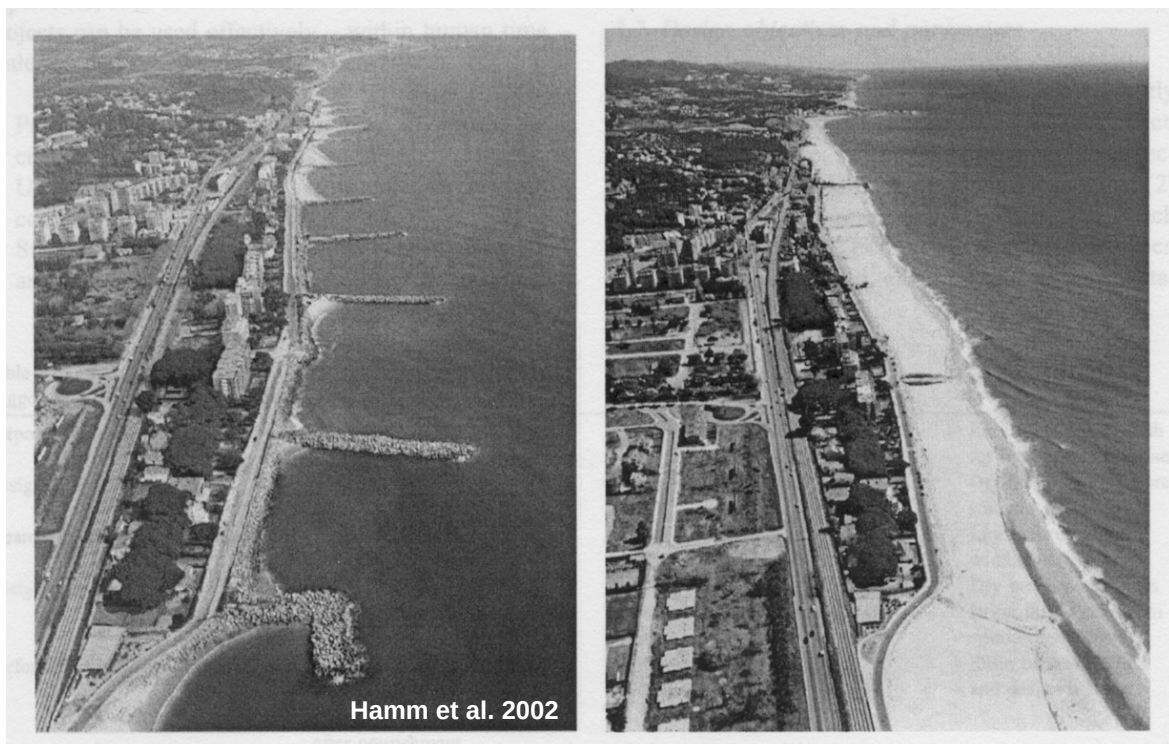
La elevación del nivel del mar en el Noroeste Ibérico se está acelerando en las últimas décadas. El deshielo de los casquetes polares de Groenlandia, y en menor medida la Antártida pueden estar detrás de estas variaciones



Evolución decadal de las tendencias de las series del IEO.
Los valores corresponden a las tendencias lineales en periodos de 10 años

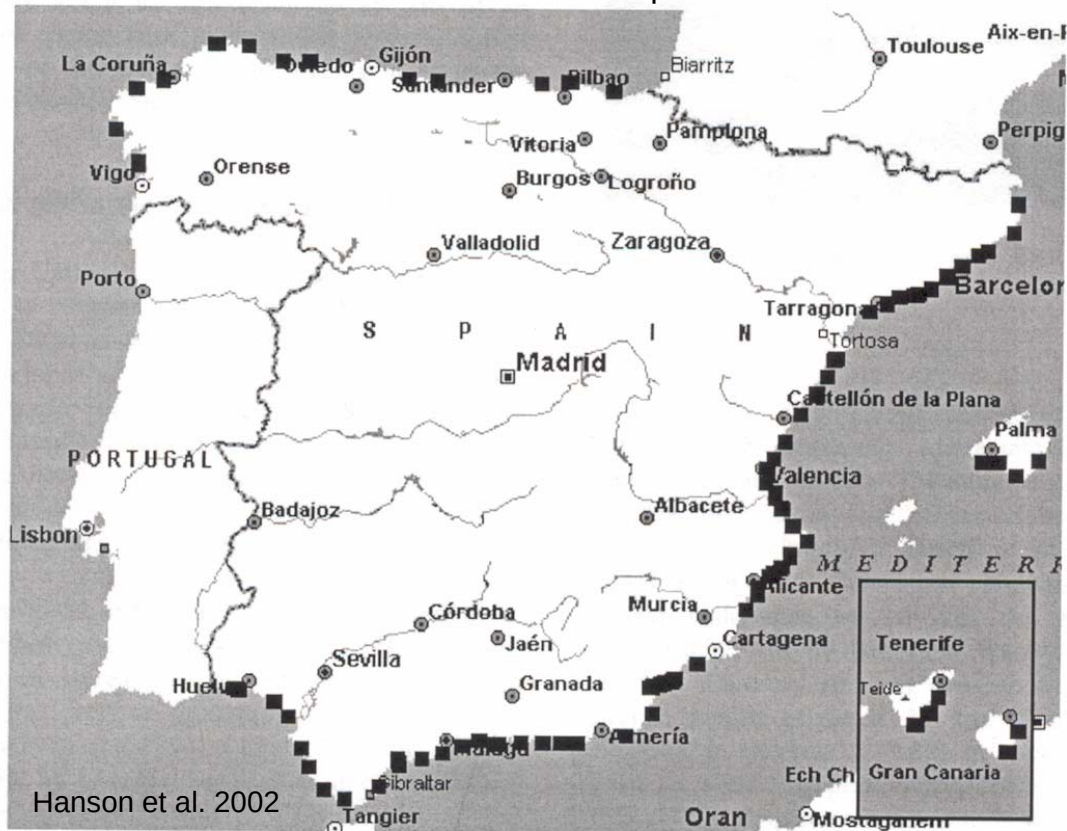
M. Marcos et al 2005

Muchas obras públicas dedicadas a la restauración de zonas previamente afectadas pueden verse dañadas, al igual que diques y puertos, con costes económicos elevados

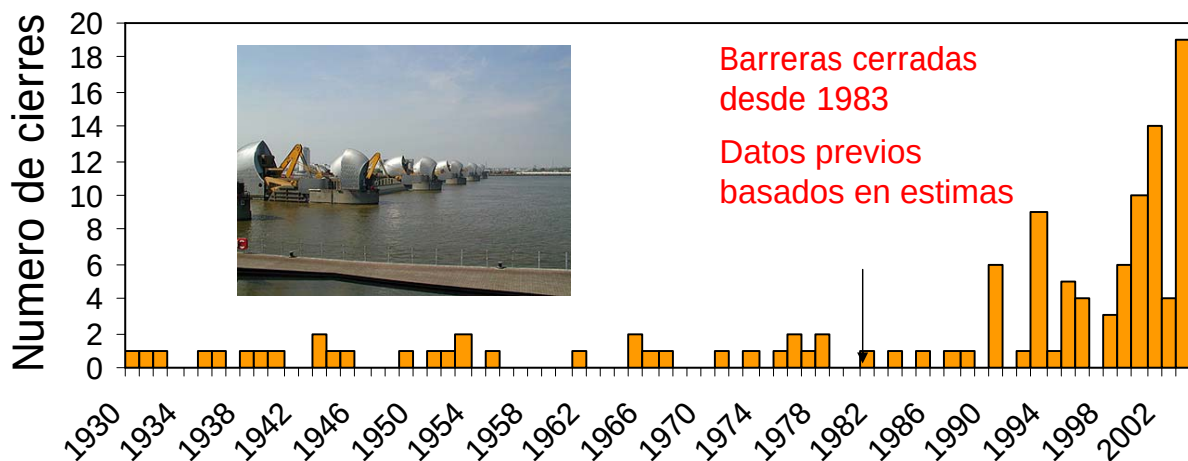


Restauración de playas, S. Vicente de Montalt' (El Maresme, Catalunya)

La distribución de las zonas potencialmente afectadas cubre toda la costa española



Los daños anuales o las actividades de protección se incrementan con el tiempo. El número de veces que se cierran anualmente las barreras de protección del Támesis sería un buen ejemplo



Potential impact of sea level rise: Nile Delta

Population: 3 800 000
Cropland (Km²): 1 800



Population: 6 100 000
Cropland (Km²): 4 500



0 50 km

Sources: Otto Simonett, UNEP/GRID Geneva; Prof. G. Sestini, Florence; Remote Sensing Center, Cairo; DIERCKE Weltwirtschaftsatlas.

La elevación del nivel del mar puede causar daños catastróficos en las zonas bajas de la Tierra, sobre todo en los megadeltas.

Dada la **magnitud potencial de sus efectos**, su trascendencia sobre la socioeconomía de los **países afectados**, pero también sobre los **no afectados**, puede ser muy importante

Los daños serían menores en costas altas, pero no nulos. Pueden verse afectadas a playas y otras estructuras costeras, con efectos sobre el turismo u otras actividades

Efectos sobre la población y los terrenos agrícolas en el delta del Nilo